



Title	Optically Pumped Laser Devices Based on Liquid Crystals with Self-organized Helical Structure
Author(s)	松久, 裕子
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48723
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	まつ 松 久 裕 子
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 2 2 0 6 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 20 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科電気電子情報工学専攻
学 位 論 文 名	Optically Pumped Laser Devices Based on Liquid Crystals with Self-organized Helical Structure (自己組織化螺旋構造を有する液晶の光励起レーザー応用に関する研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 尾 崎 雅 則 (副査) 教 授 栖 原 敏 明 教 授 森 田 清 三 教 授 谷 口 研 二 教 授 杉 野 隆 教 授 伊 藤 利 道 教 授 八 木 哲 也 教 授 片 山 光 浩 教 授 近 藤 正 彦 教 授 森 勇 介 教 授 大 森 裕

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、著者が大阪大学大学院工学研究科において行った螺旋構造を有する液晶の光学的性質及び光励起レーザー応用についての成果をまとめたものである。以下に各章の内容の要約する。

第 1 章 序論

本章では、液晶の基本的性質および応用について概説するとともに、本論文の目的と意義を明らかにした。また、液晶の光伝搬解析に用いられる時間領域差分法や、 4×4 マトリクス法の概略について述べた。

第 2 章 コレステリック液晶の光学的性質

本章では、螺旋周期構造を形成するコレステリック液晶の光伝搬特性について理論解析を行った。その結果、コレステリック液晶のレーザーデバイスへの応用が可能であることを明らかにした。

第 3 章 ストップバンド端励起を用いたコレステリック液晶レーザー

本章では、ストップバンド端波長と励起光波長を一致させることにより、コレステリック液晶レーザーの低閾値化が可能であることを実証した。さらに、液晶に添加するレーザー色素の依存性を調べた。

第 4 章 複合型キラル液晶の光学的性質

本章では、キラル液晶に誘電体多層膜を付加した系の光学的性質について解析を行った。その結果、キラル液晶のストップバンド端において特異な局在準位が現われることを明らかにした。

第 5 章 複合型コレステリック液晶のレーザー発振

本章では、螺旋構造を有するコレステリック液晶に誘電体多層膜を付加した系を実際に作製した。コレステリック液晶に誘電体多層膜を付加することにより、レーザー発振閾値が低下することを実証した。

第 6 章 ストップバンド端励起を用いた複合型コレステリック液晶のレーザー発振

本章では、螺旋構造を有するコレステリック液晶に誘電体多層膜を付加した系をストップバンド端励起することにより、励起光の偏光にかかわらず、レーザー発振の閾値が低下することを明らかにした。

第7章 複合型強誘電性液晶のレーザー発振波長の電界変調

本章では、螺旋構造を有する強誘電性液晶に誘電体多層膜を付加することによりレーザー発振が可能となることを明らかにした。さらに、電界印加により、レーザー発振波長を変調可能であることを実証した。

第8章 フィンガープリント構造を用いたレーザー発振

本章では、光励起によりフィンガープリント構造のレーザー発振を実証した。さらに、電界印加や温度変化により、レーザー発振波長が連続的に変化可能であることを明らかにした。

第9章 結論

本章では、第2章から第8章までで得られた螺旋構造を有する液晶の光デバイス応用に関する研究結果を総括し、本研究の結論とした。

論文審査の結果の要旨

本論文は、自己組織的に螺旋構造を形成する液晶の光学的性質及び光励起レーザー応用に関する研究をまとめたものであり、以下の9章より構成されている。

第1章では、本研究の背景を述べるとともに、本論文の目的と意義を明らかにしている。さらに、液晶の基本的性質ならびに液晶中の光伝搬解析に用いる時間領域差分法および 4×4 マトリクス法を概説したのち、本論文の構成を述べている。

第2章では、螺旋周期構造を形成するコレステリック液晶における光伝搬特性について理論解析を行ない、コレステリック液晶の光励起レーザーデバイス応用の可能性を検討している。

第3章では、ストップバンド端波長と励起波長を一致させることにより、コレステリック液晶レーザーの低閾値化を実現し、添加するレーザー色素分子の構造・配列との関係も含めてその原理を説明している。

第4章では、キラル液晶を誘電体多層膜で挟んだ素子構造における光学的性質の解析を行ない、キラル液晶のストップバンド端において高い Q 値を有する特異な局在準位が発現することを計算上で明らかにするとともに、実験によりその存在を実証している。

第5章では、第4章で述べた局在準位を利用したコレステリック液晶レーザーを作製し、レーザー発振閾値の低減に成功している。

第6章では、誘電体多層膜で挟んだコレステリック液晶素子を作製し、コレステリック液晶のストップバンド端において励起することにより、励起光の偏光状態にかかわらず第3章で述べたレーザー発振閾値の低下が実現できることを明らかにしている。

第7章では、キラルスメクチックC相を示す強誘電性液晶においても、誘電体多層膜を付加することによりレーザー発振が可能となることを明らかにし、電界によるレーザー発振波長の制御に成功している。

第8章では、コレステリック液晶の螺旋軸が基板に平行なフィンガープリント構造における光励起レーザー発振を実現している。さらに、電界印加によるレーザー発振波長の連続的な制御に成功し、フランクの弾性理論に基づく実験結果の解析からその原理を明らかにしている。

第9章では、第2章から第8章までで得られた結果を総括し、本論文の結論としている。

以上のように、本論文は、自己組織的に螺旋周期構造を形成するキラル液晶の特異な光学的性質を明らかにするとともに光励起レーザーなどの光デバイス応用の可能性を示し、自己組織化ソフトマテリアルのエレクトロニクス分野への応用について極めて重要な展望を与えており、電気電子情報工学に寄与するところが大きい、よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。